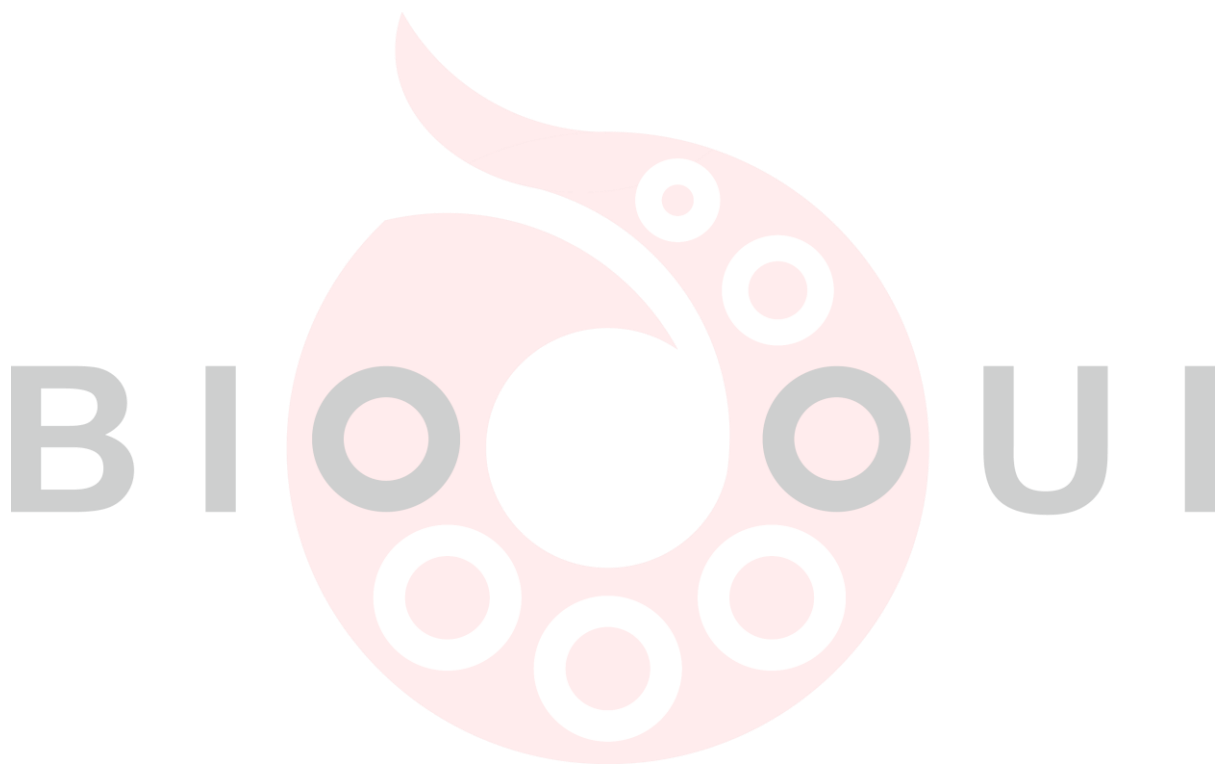


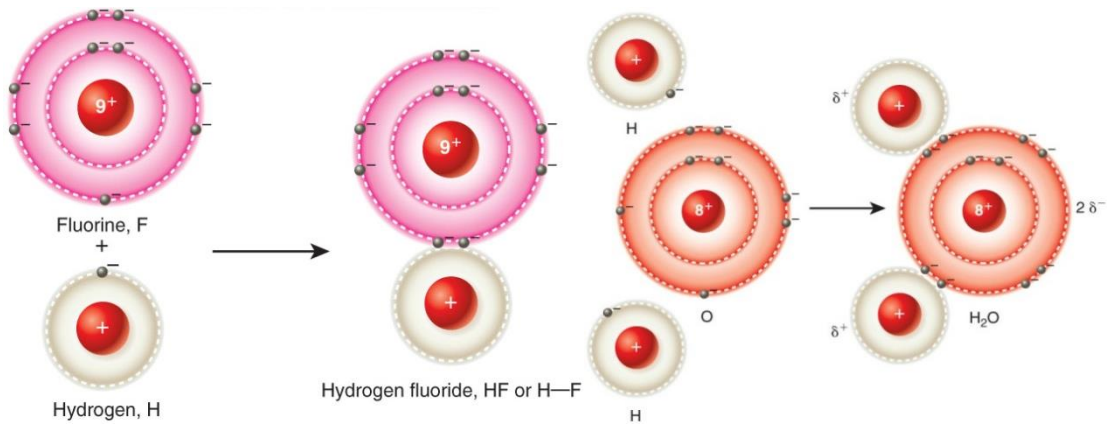
บทที่ 1
เคมีในสิ่งมีชีวิต: สารชีวโมเลกุล
(The Chemistry of Life: Biomolecules)

1

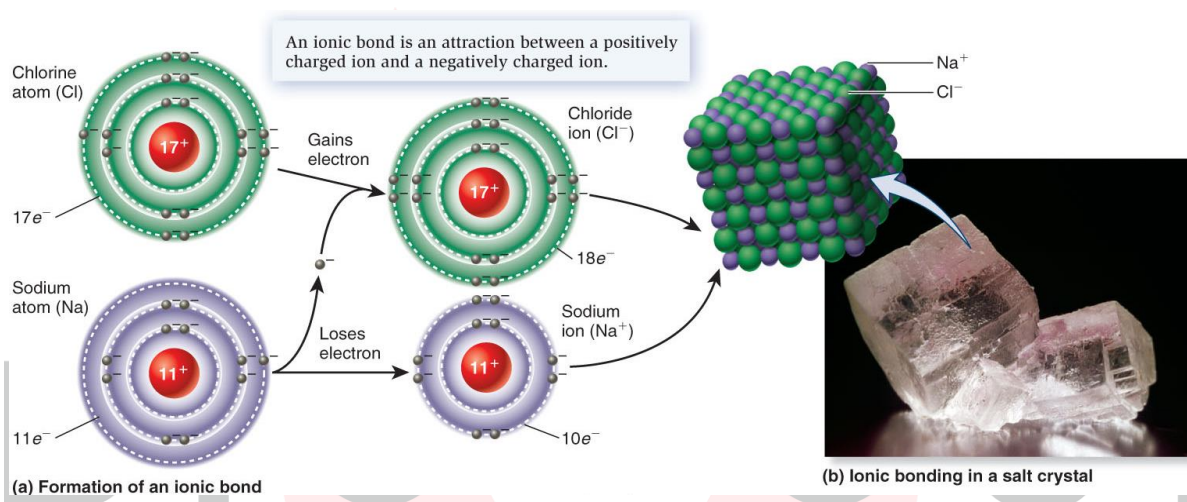
ทบทวนหลักเคมีพื้นฐาน (Revision of Basic Chemistry)

พันธะเคมีและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

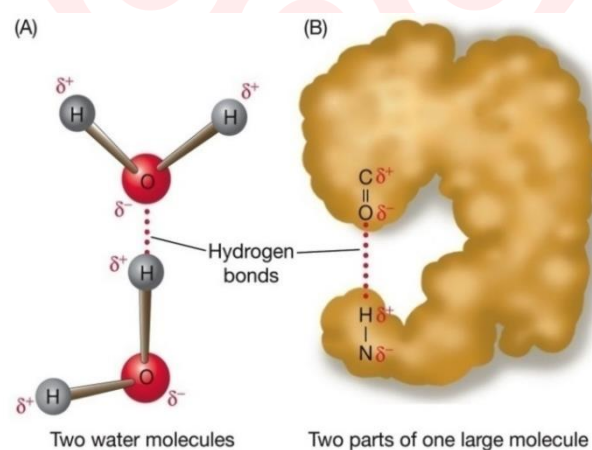




ภาพที่ 1 การเกิดพันธะโคเวเลนต์ใน HF และการเกิดพันธะโคเวเลนต์ใน H_2O



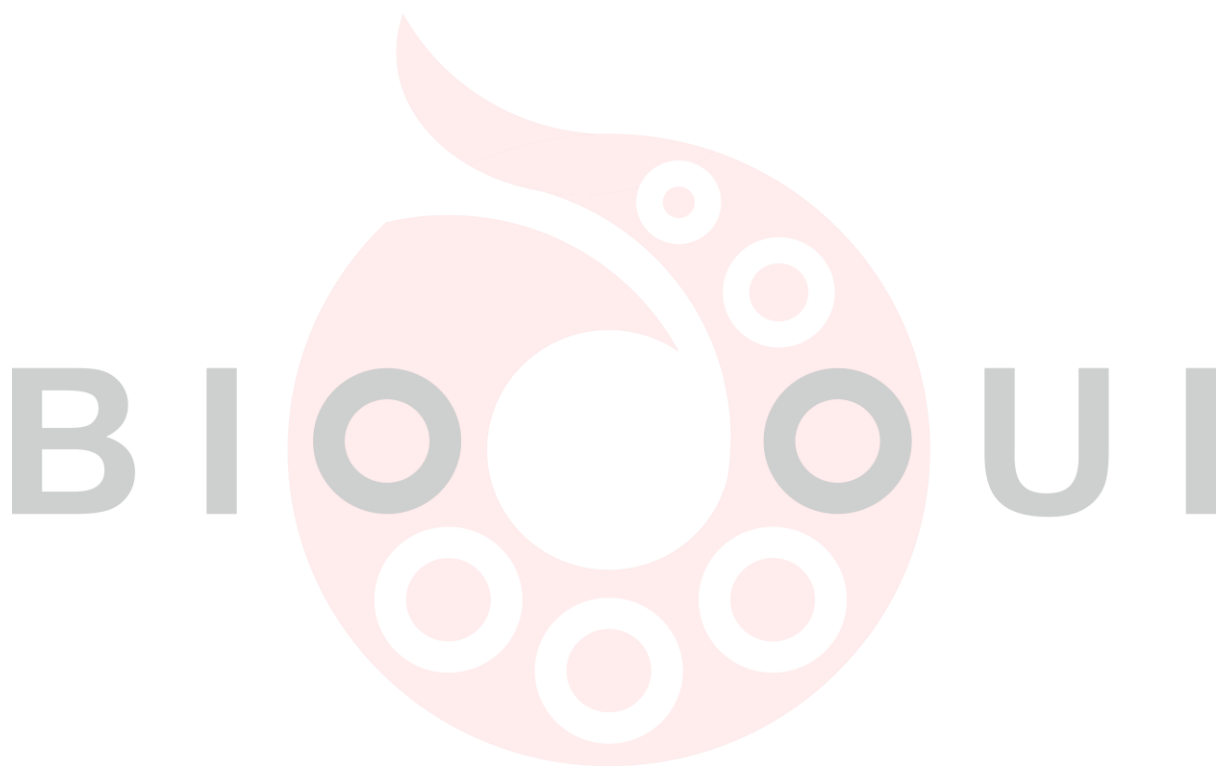
ภาพที่ 2 การเกิดพันธะไอออนิกในโมเลกุล NaCl



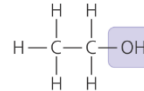
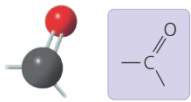
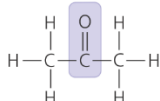
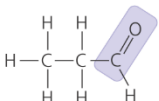
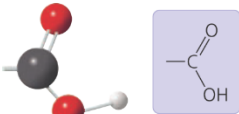
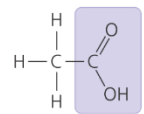
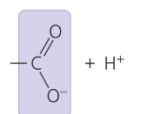
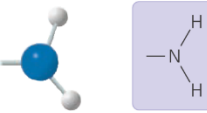
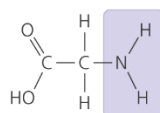
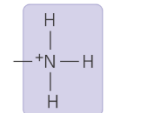
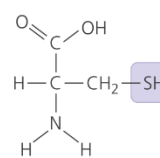
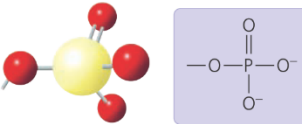
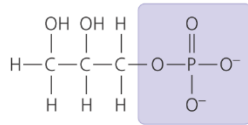
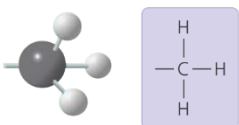
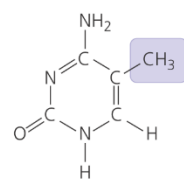
ภาพที่ 3 การเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของน้ำและสารขนาดใหญ่

สารอินทรีย์ (organic molecule)

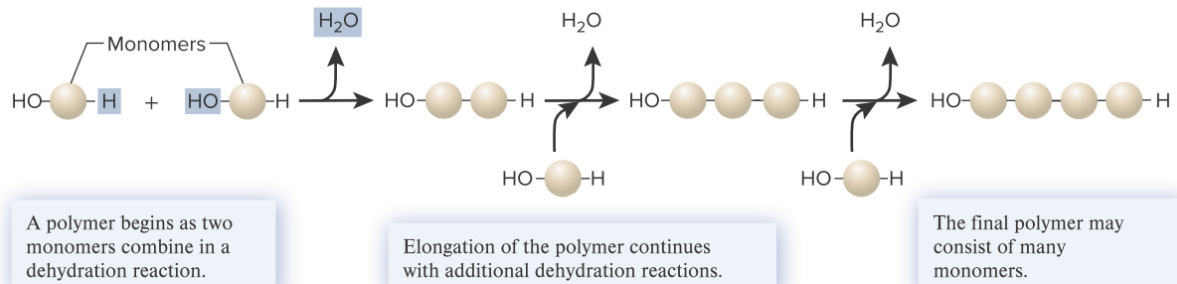
หมู่ฟังก์ชัน (functional group)



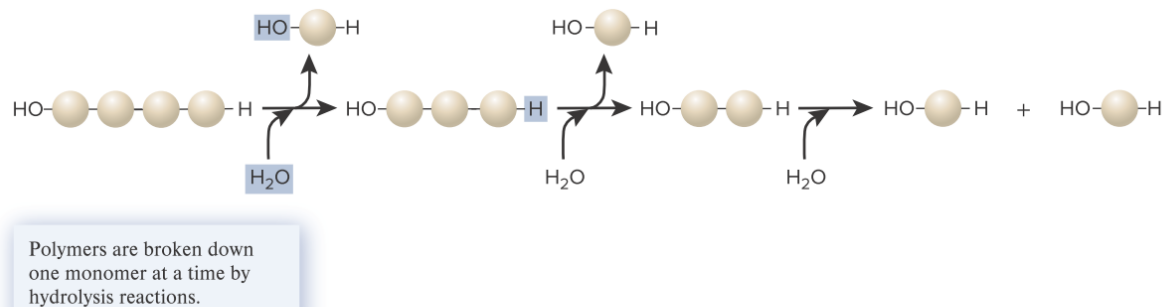
สารชีวโมเลกุล (biomolecule)

Chemical Group	Group Properties and Compound Name	Examples
Hydroxyl group ($-\text{OH}$)  (may be written $\text{HO}-$)	Is polar due to electronegative oxygen. Forms hydrogen bonds with water, helping dissolve compounds such as sugars. Compound name: Alcohol (specific name usually ends in $-ol$)	 Ethanol , the alcohol present in alcoholic beverages
Carbonyl group ($>\text{C}=\text{O}$) 	Sugars with ketone groups are called ketoses; those with aldehydes are called aldoses. Compound name: Ketone (carbonyl group is within a carbon skeleton) or aldehyde (carbonyl group is at the end of a carbon skeleton)	 Acetone , the simplest ketone  Propanal , an aldehyde
Carboxyl group ($-\text{COOH}$) 	Acts as an acid (can donate H^+) because the covalent bond between oxygen and hydrogen is so polar. Compound name: Carboxylic acid , or organic acid	 Acetic acid , which gives vinegar its sour taste  Ionized form of $-\text{COOH}$ (carboxylate ion), found in cells
Amino group ($-\text{NH}_2$) 	Acts as a base; can pick up an H^+ from the surrounding solution (water, in living organisms). Compound name: Amine	 Glycine , an amino acid (note its carboxyl group)  Ionized form of $-\text{NH}_2$, found in cells
Sulfhydryl group ($-\text{SH}$)  (may be written $\text{HS}-$)	Two $-\text{SH}$ groups can react, forming a "cross-link" that helps stabilize protein structure. Hair protein cross-links maintain the straightness or curliness of hair; in hair salons, permanent treatments break cross-links, then re-form them while the hair is in the desired shape. Compound name: Thiol	 Cysteine , a sulfur-containing amino acid
Phosphate group ($-\text{OPO}_3^{2-}$) 	Contributes negative charge (1- when positioned inside a chain of phosphates; 2- when at the end). When attached, confers on a molecule the ability to react with water, releasing energy. Compound name: Organic phosphate	 Glycerol phosphate , which takes part in many important chemical reactions in cells
Methyl group ($-\text{CH}_3$) 	Affects the expression of genes when on DNA or on proteins bound to DNA. Affects the shape and function of male and female sex hormones. Compound name: Methylated compound	 5-Methylcytosine , a component of DNA that has been modified by addition of a methyl group

ภาพที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่สำคัญที่พบในร่างกายของสิ่งมีชีวิต



(a) Polymer formation by dehydration reactions



(b) Breakdown of a polymer by hydrolysis reactions

ภาพที่ 5 ปฏิกิริยาดีไฮเดรชันและปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

2

คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrates)

คาร์โบไฮเดรต

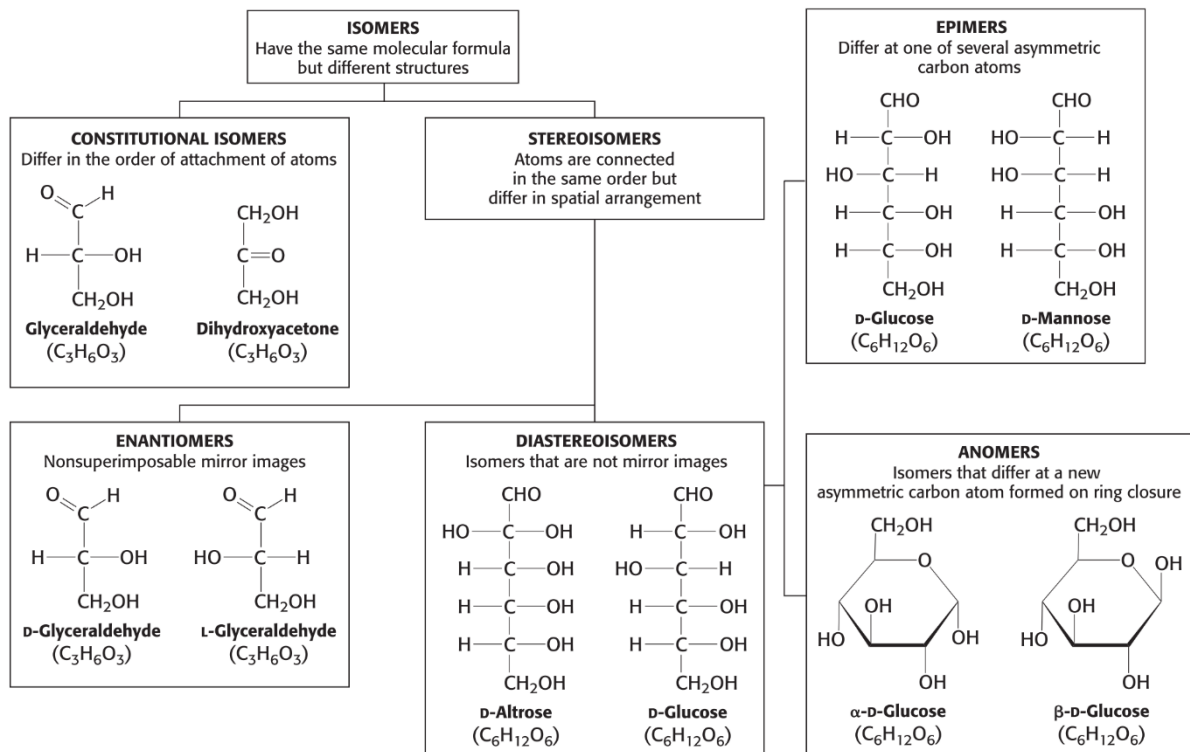
การแบ่งประเภทของคาร์โบไฮเดรต

1. มอนอแซคคาไรด์ (monosaccharide)
2. โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide)
3. พอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide)

มอนอแซคคาไรด์ (Monosaccharide)

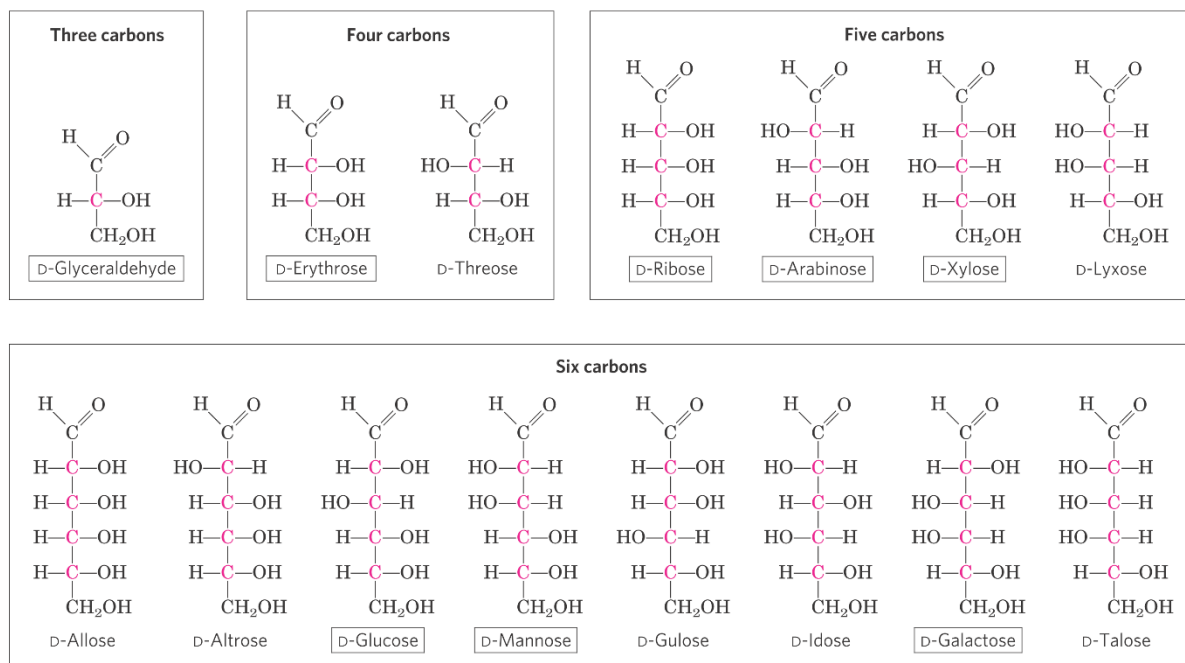
ตัวอย่างของมอนอแซคคาไรด์ที่พบมากในธรรมชาติ





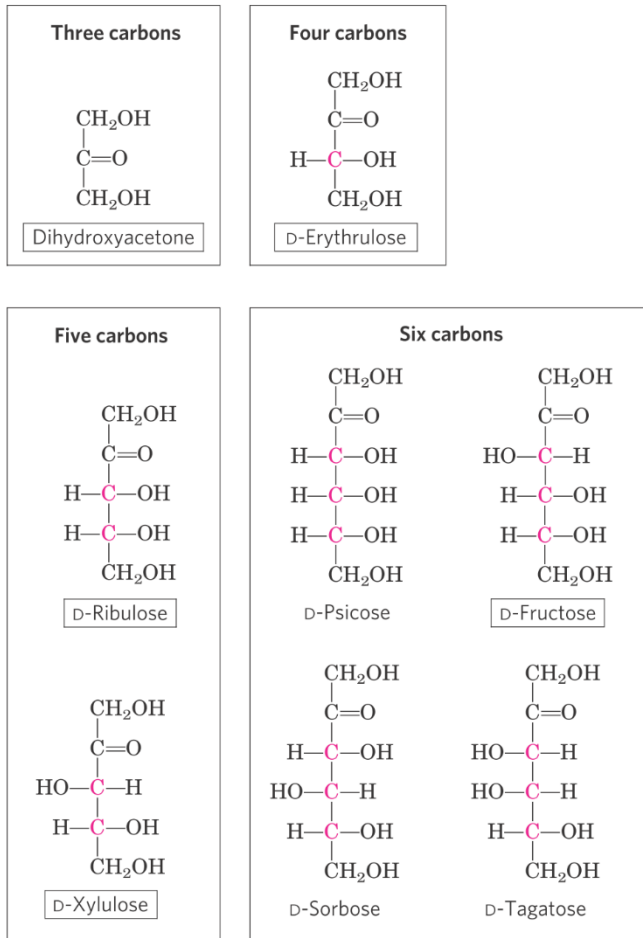
ภาพที่ 6 isomer แบบต่างๆ ในคาร์โบไฮเดรต

(a) D-Aldoses

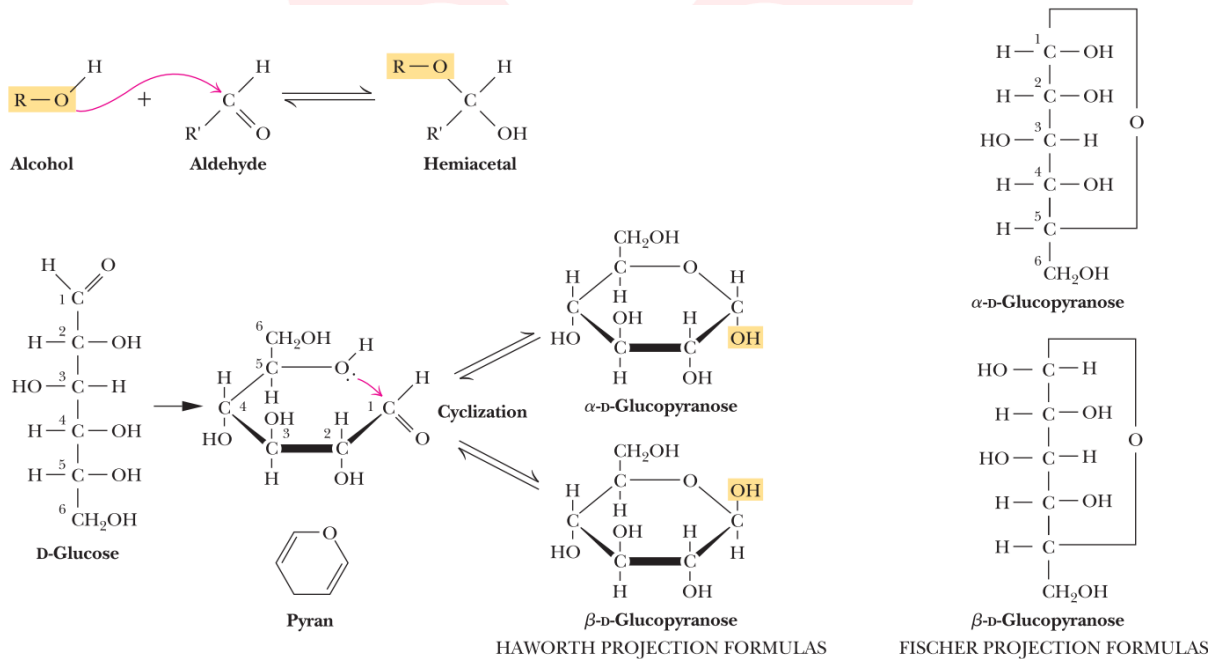


ภาพที่ 7 ตัวอย่างน้ำตาล D-aldose ที่พบในธรรมชาติ

(b) D-Ketoses



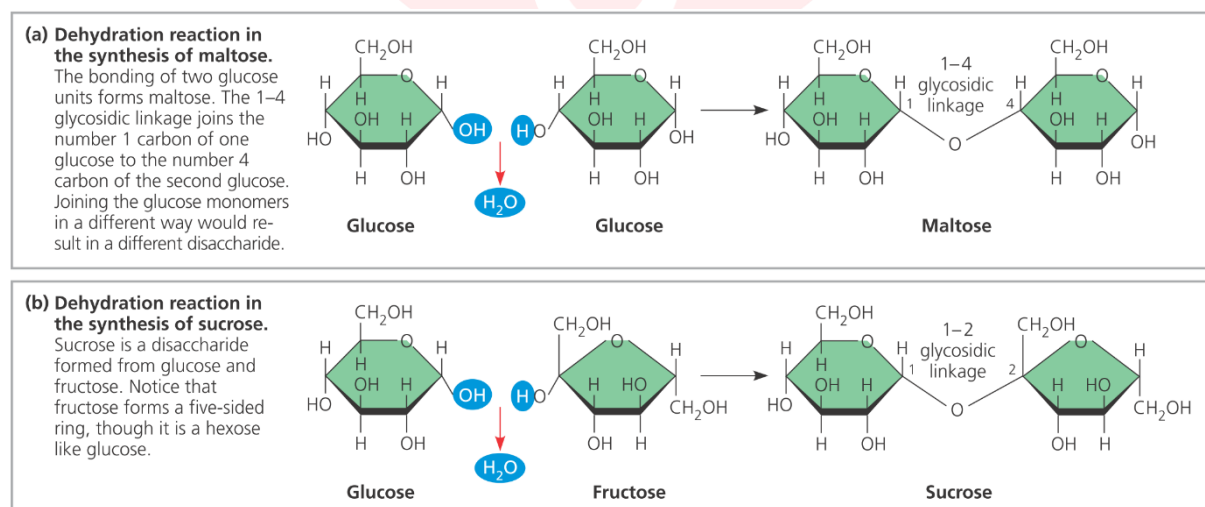
ภาพที่ 8 ตัวอย่างน้ำตาล D-ketose ที่พบในธรรมชาติ



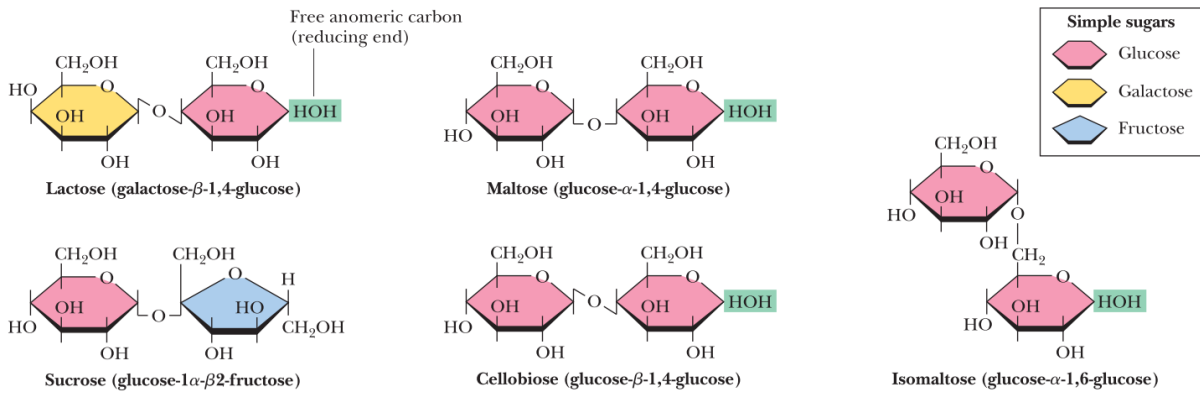
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนโครงสร้างกลูโคสจาก linear structure เป็น ring structure

โอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharide)

ตัวอย่างโอลิโกแซคคาไรด์ที่พบมากในธรรมชาติ



ภาพที่ 10 ปฏิกิริยา dehydration เพื่อสังเคราะห์มอลโทสและซูโครส

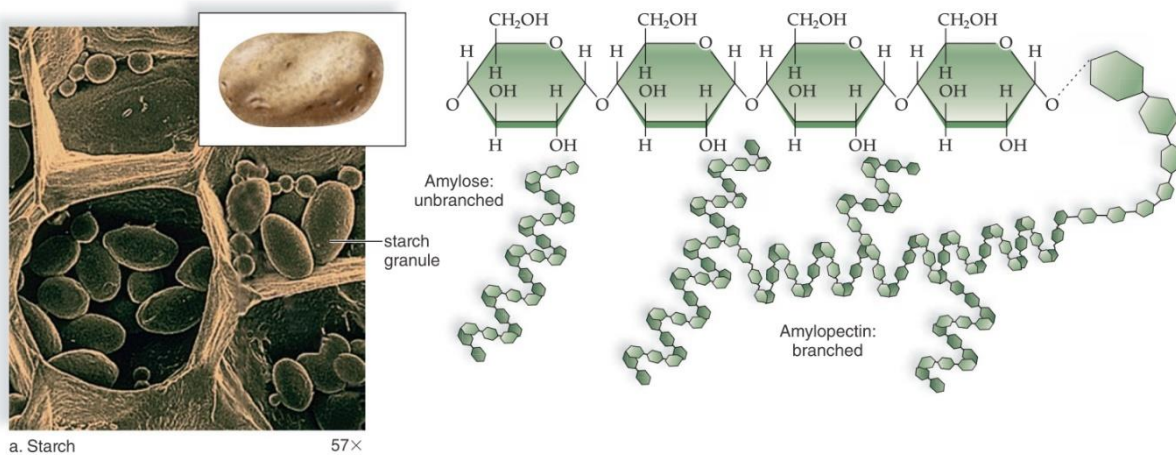


ภาพที่ 11 โครงสร้างของน้ำตาลโมเลกุลคู่ชนิดต่างๆ ที่พบในธรรมชาติ

พอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide)

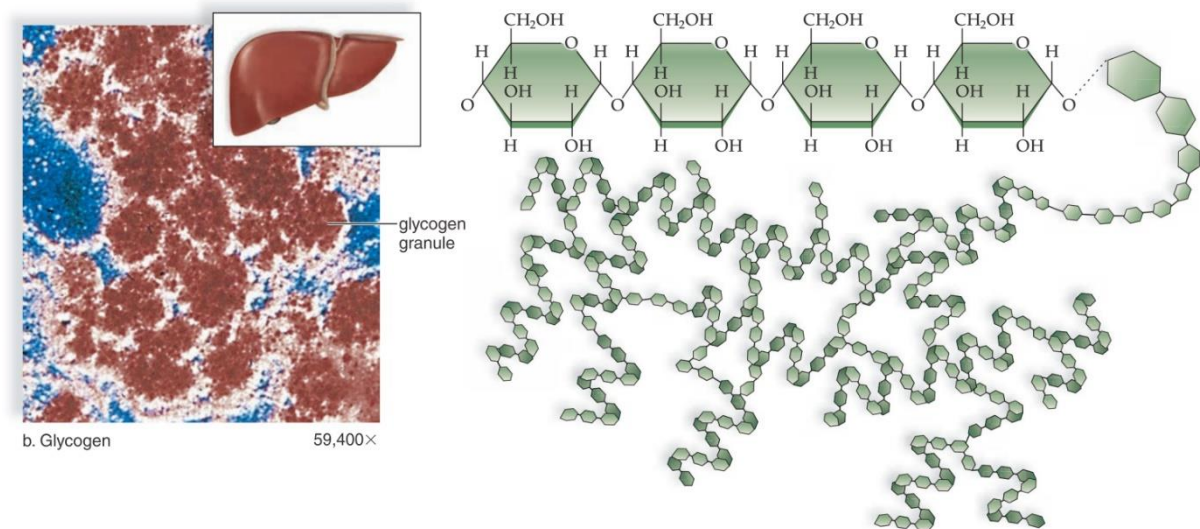
แป้ง (starch)

BIOOUI



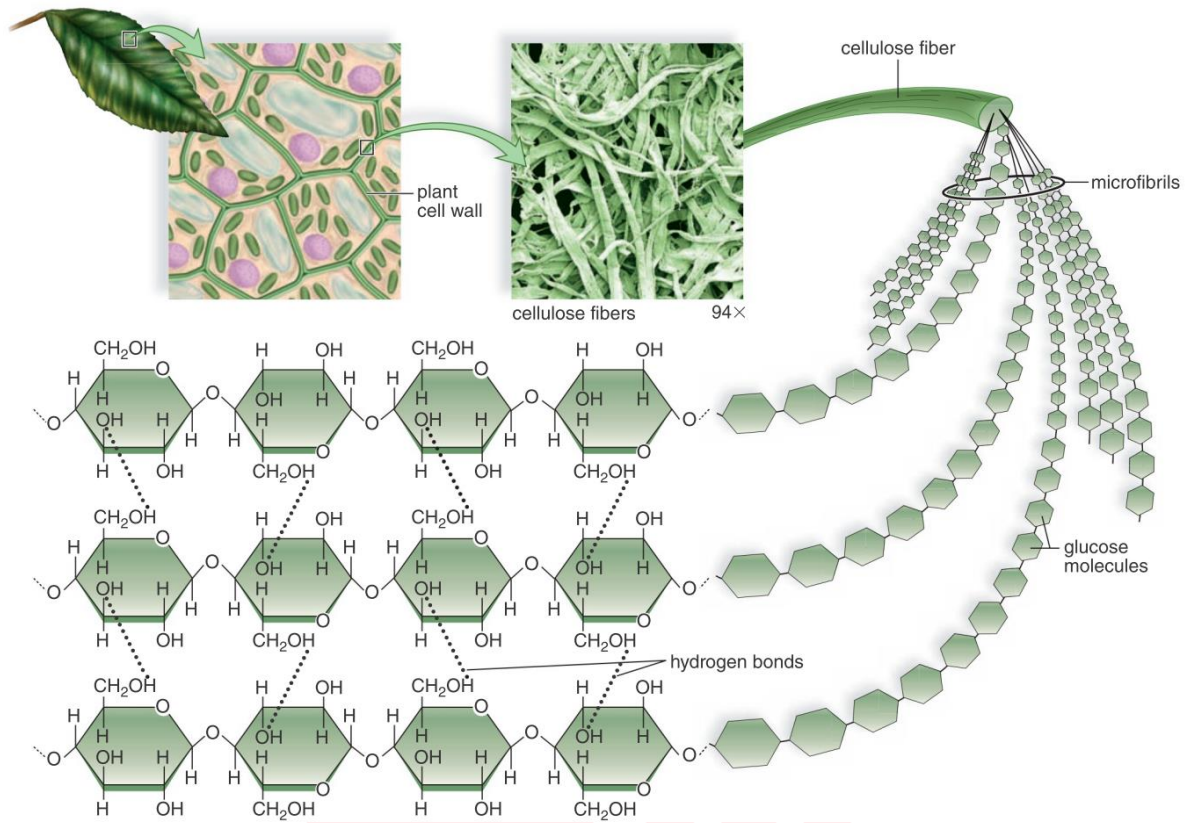
ภาพที่ 12 โครงสร้างของแป้ง

ไกลโคเจน (glycogen)



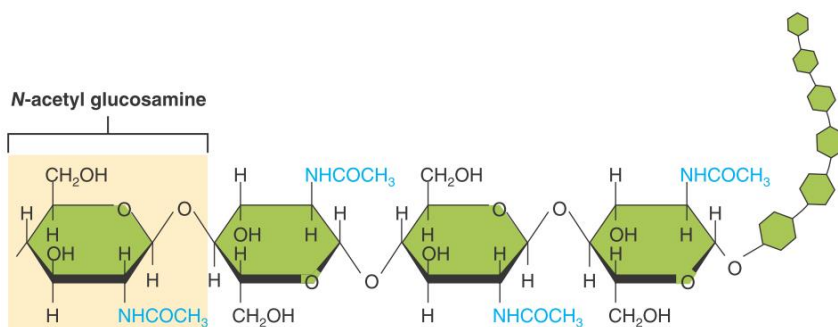
ภาพที่ 13 โครงสร้างของไกลโคเจน

เซลลูโลส (cellulose)



ภาพที่ 14 โครงสร้างของเซลลูโลส

ไคติน (chitin)



(a) Chitin is a polymer composed of N-acetyl glucosamine subunits.



(b) Chitin is an important component of the exoskeleton (outer covering) this cicada is shedding.

ภาพที่ 15 โครงสร้างของไคติน

การทดสอบคาร์โบไฮเดรต

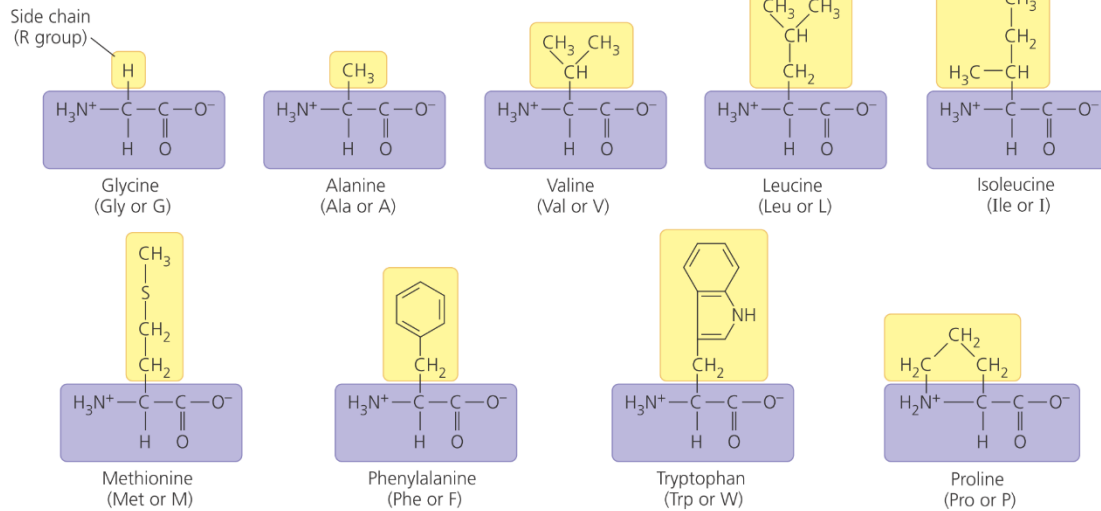
3 กรดอะมิโนและโปรตีน (Amino Acid and Protein)

กรดอะมิโน (amino acid)

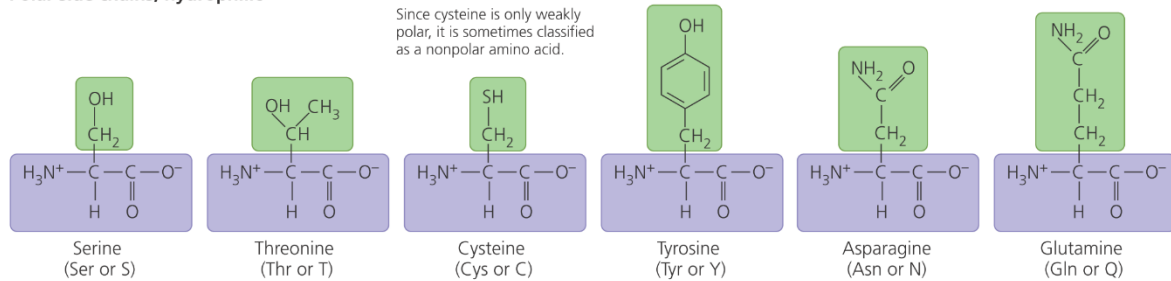
ประเภทของกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ

BIOOUI

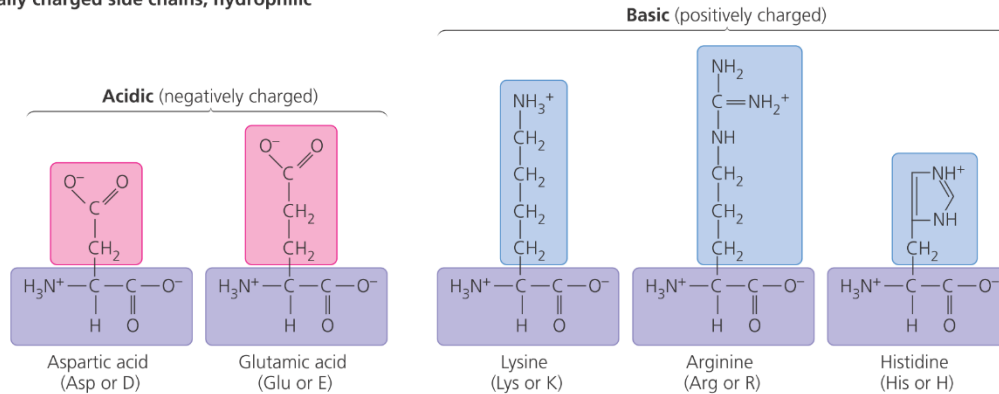
Nonpolar side chains; hydrophobic



Polar side chains; hydrophilic

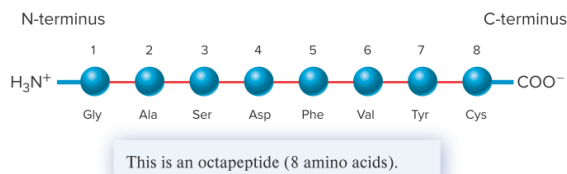
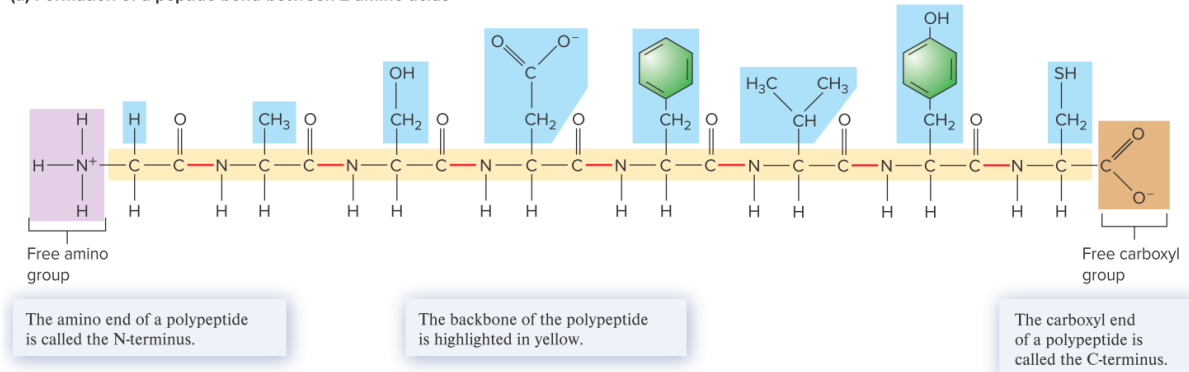
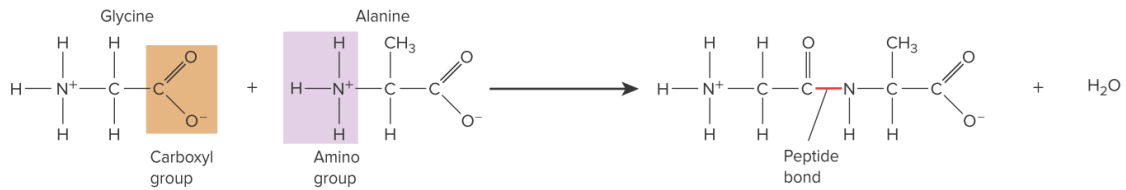


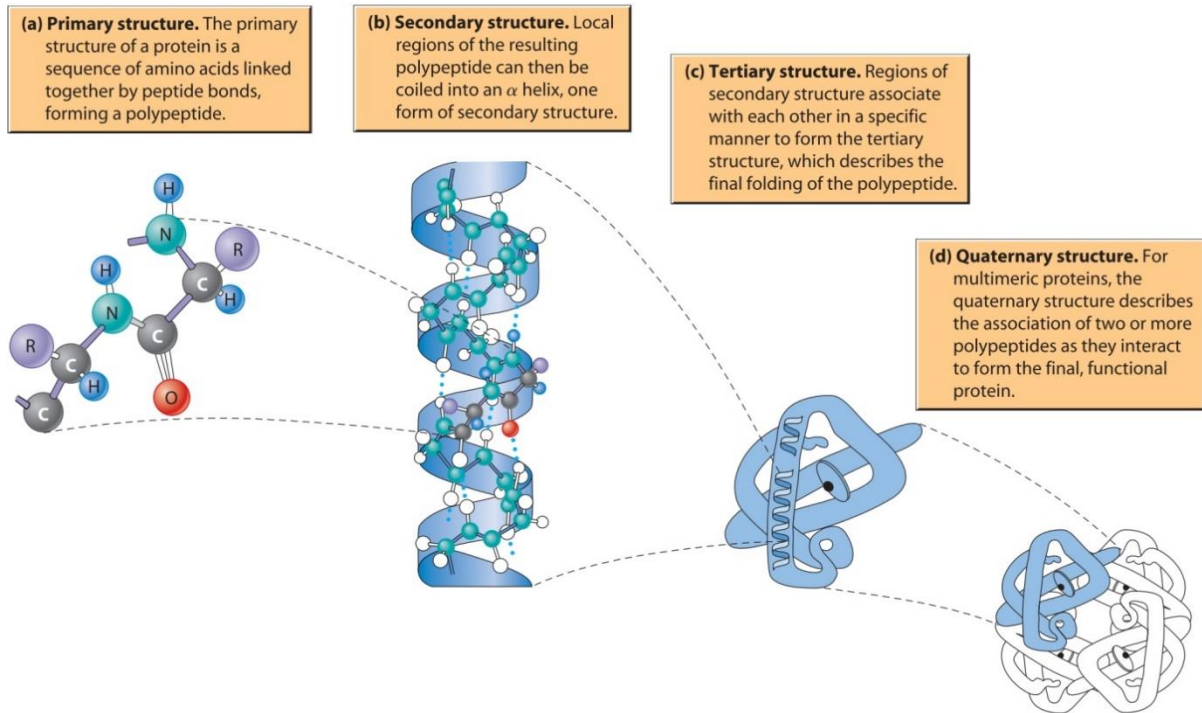
Electrically charged side chains; hydrophilic



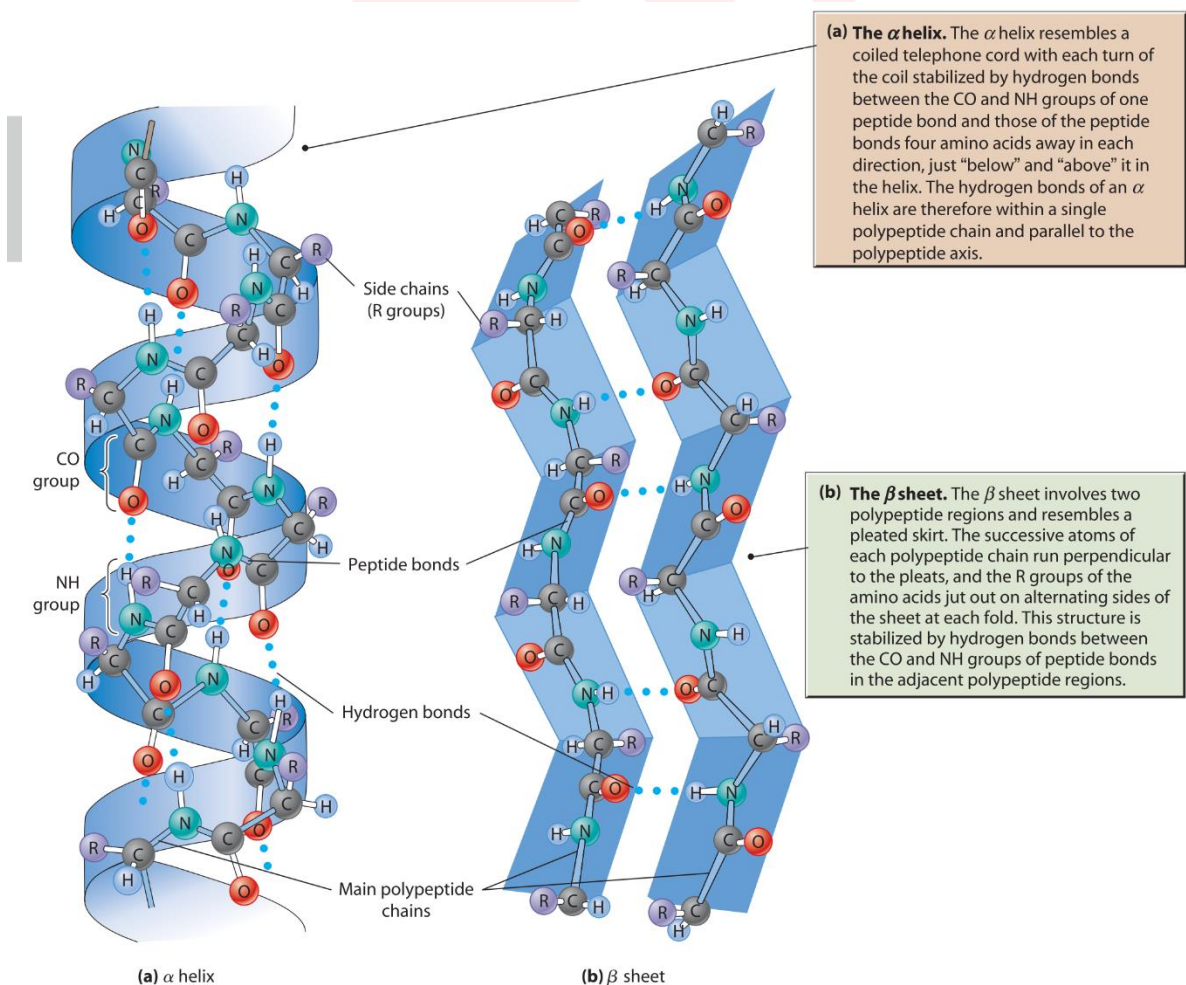
ภาพที่ 16 ตัวอย่างกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ ที่พบในธรรมชาติ

การเกิดพอลิเพปไทด์ (polypeptide formation)

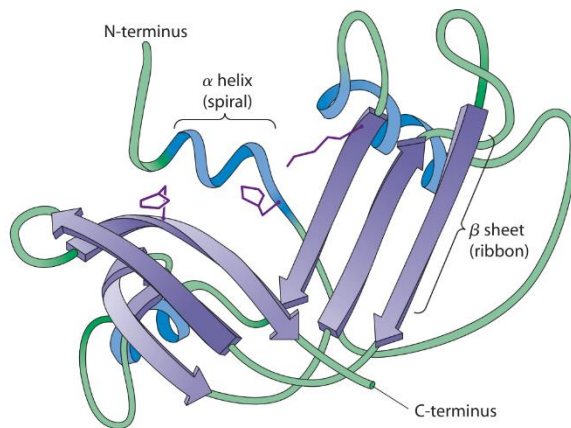




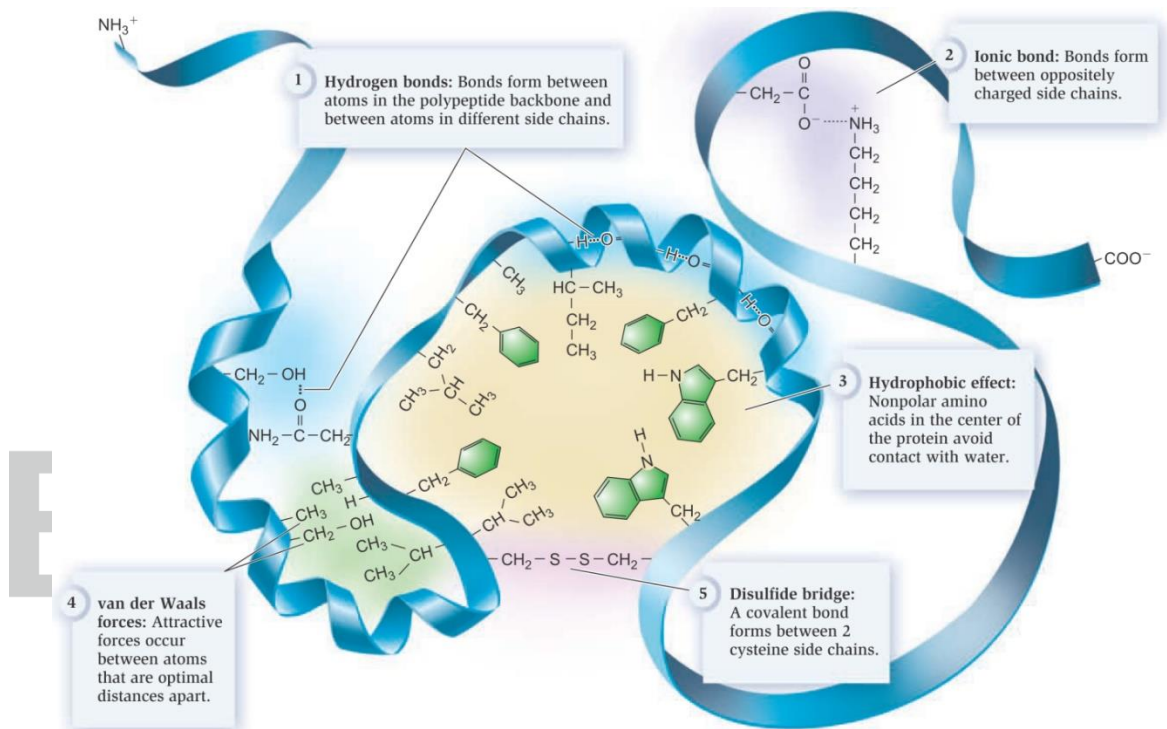
ภาพที่ 18 โครงสร้างของโปรตีนระดับต่างๆ



ภาพที่ 19 โครงสร้างทุติยภูมิของโปรตีนแบบ α -helix และ β -sheet

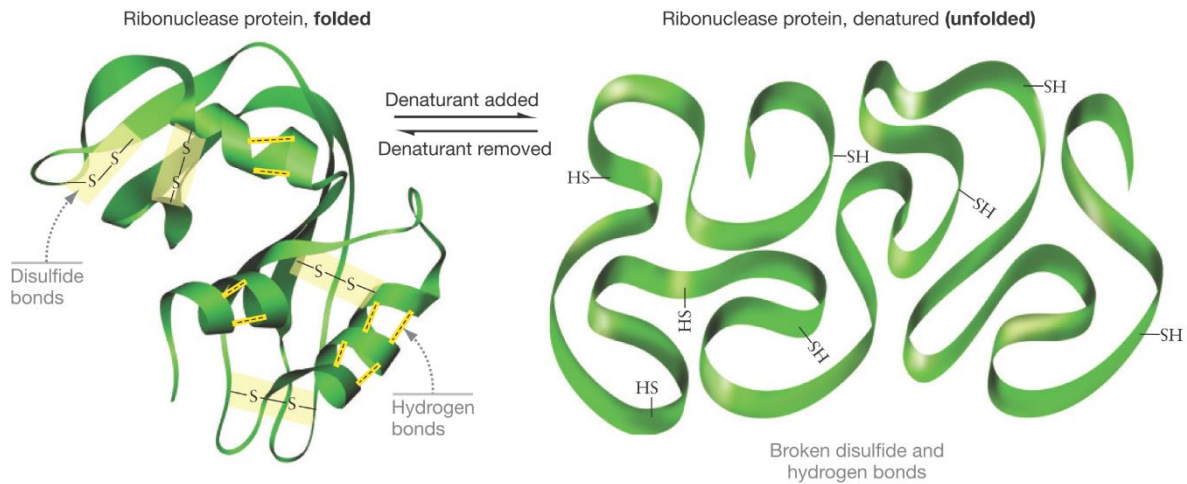


ภาพที่ 20 spiral และ ribbon model ของ ribonuclease



ภาพที่ 21 แรงหรือปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อโครงสร้างระดับตติยภูมิของโปรตีน

การเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (protein denaturation)

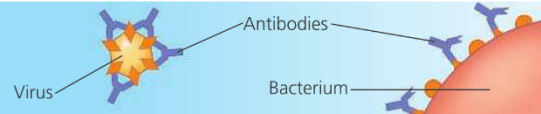
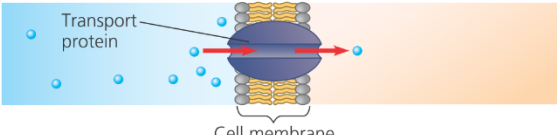
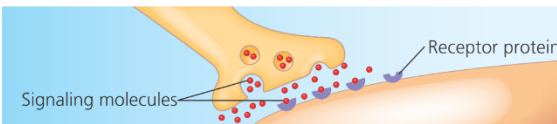
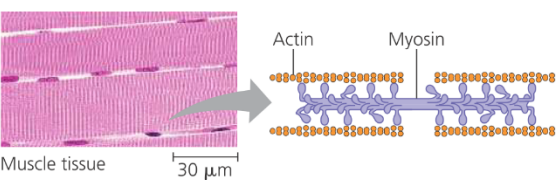
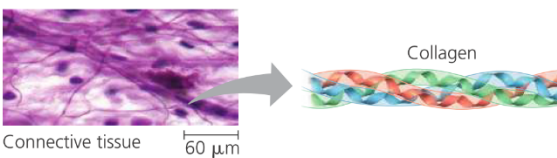


ภาพที่ 22 ตัวอย่างการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน ribonuclease

หน้าที่ต่าง ๆ ของโปรตีน

1. โปรตีนที่ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมี
2. โปรตีนที่ทำหน้าที่สื่อสารต่าง ๆ
3. โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นฮอร์โมน
4. โปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว
5. โปรตีนที่ทำหน้าที่ในการป้องกัน
6. โปรตีนที่ทำหน้าที่ในการลำเลียง
7. โปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับ (receptor)
8. โปรตีนที่ทำหน้าที่ค้าจุน
9. โปรตีนที่เป็นพิษ

การทดสอบโปรตีน

Enzymatic proteins Function: Selective acceleration of chemical reactions Example: Digestive enzymes catalyze the hydrolysis of bonds in food molecules. 	Defensive proteins Function: Protection against disease Example: Antibodies inactivate and help destroy viruses and bacteria. 
Storage proteins Function: Storage of amino acids Examples: Casein, the protein of milk, is the major source of amino acids for baby mammals. Plants have storage proteins in their seeds. Ovalbumin is the protein of egg white, used as an amino acid source for the developing embryo. 	Transport proteins Function: Transport of substances Examples: Hemoglobin, the iron-containing protein of vertebrate blood, transports oxygen from the lungs to other parts of the body. Other proteins transport molecules across membranes, as shown here. 
Hormonal proteins Function: Coordination of an organism's activities Example: Insulin, a hormone secreted by the pancreas, causes other tissues to take up glucose, thus regulating blood sugar concentration. 	Receptor proteins Function: Response of cell to chemical stimuli Example: Receptors built into the membrane of a nerve cell detect signaling molecules released by other nerve cells. 
Contractile and motor proteins Function: Movement Examples: Motor proteins are responsible for the undulations of cilia and flagella. Actin and myosin proteins are responsible for the contraction of muscles. 	Structural proteins Function: Support Examples: Keratin is the protein of hair, horns, feathers, and other skin appendages. Insects and spiders use silk fibers to make their cocoons and webs, respectively. Collagen and elastin proteins provide a fibrous framework in animal connective tissues. 

ภาพที่ 23 หน้าที่ของโปรตีนชนิดต่าง ๆ

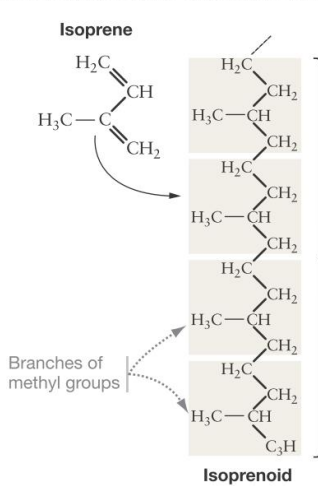
4

ลิพิด (Lipid)

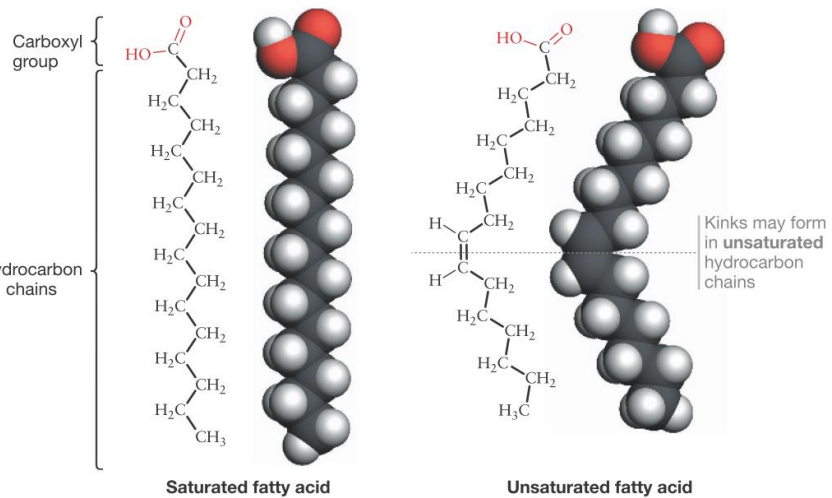
ลิพิด (Lipid)

กรดไขมัน (fatty acid)

(a) Isoprenes can be linked into branched hydrocarbon chains called isoprenoids.

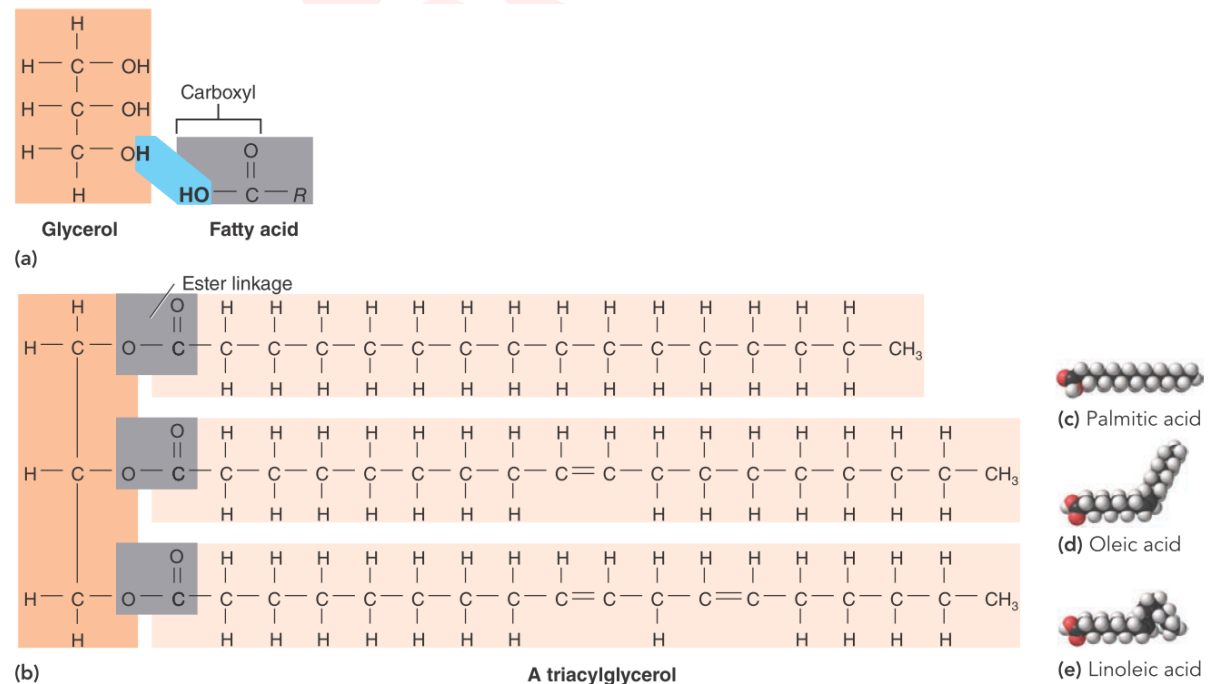


(b) Fatty acids are unbranched hydrocarbon chains joined to a carboxyl group.



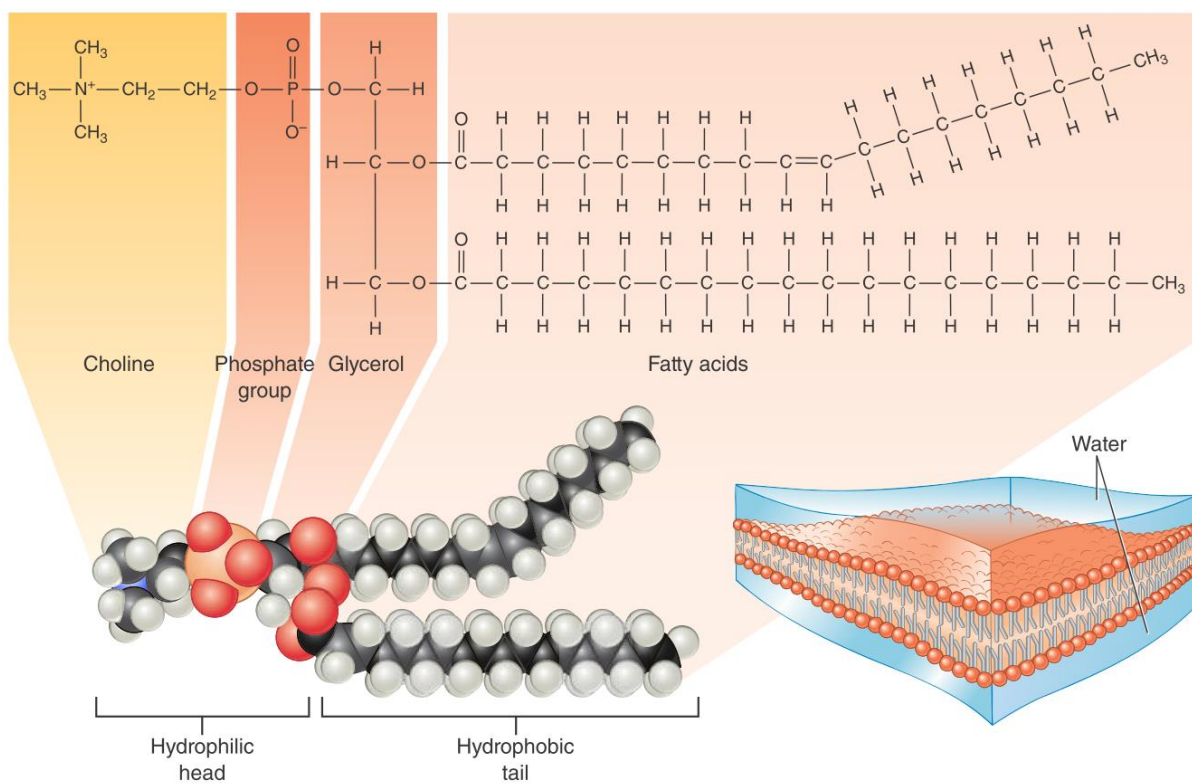
ภาพที่ 24 กรดไขมันชนิดต่าง ๆ

ไตรแอซิลกลีเซอรอล (Triacylglycerol)



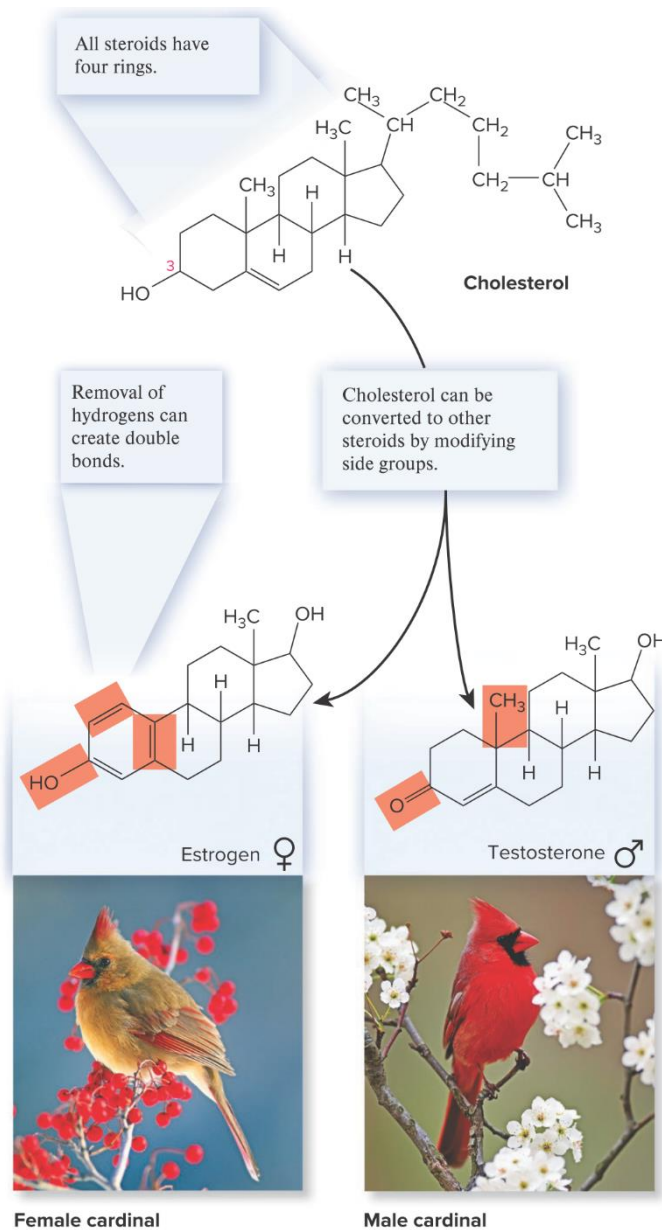
ภาพที่ 25 การสังเคราะห์ไตรแอซิลกลีเซอรอล

ฟอสโฟลิพิด (phospholipid)

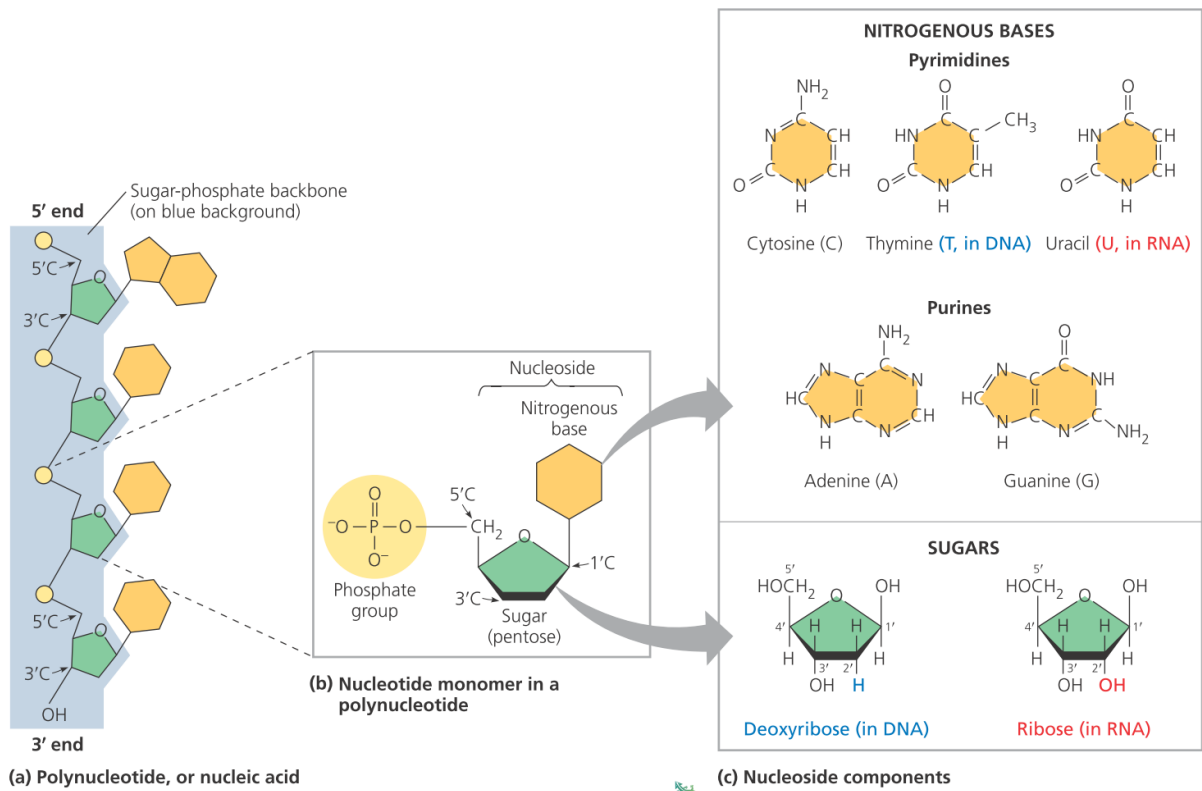


ภาพที่ 26 โครงสร้างของฟอสโฟลิพิด

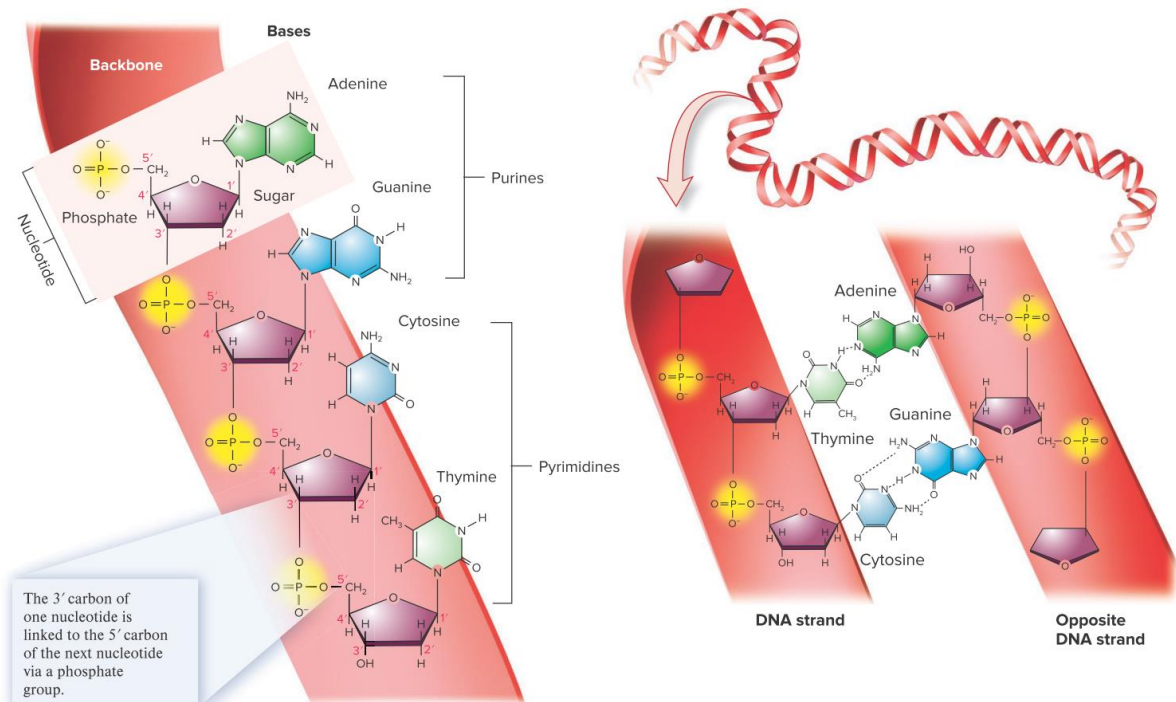
สเตอรอยด์ (steroid)



ภาพที่ 27 ตัวอย่างสเตอรอยด์ชนิดต่าง ๆ ที่พบมากในสิ่งมีชีวิต



ภาพที่ 28 นิวคลีโอไซด์และพอลินิวคลีโอไทด์



ภาพที่ 29 โครงสร้างของพอลินิวคลีโอไทด์และ DNA